

POWERED BY **Dialog**

**Robotized machine with symmetrical pantograph for fruit picking - comprises manipulating arm with pantograph having arm and front arm in parallel planes, arm pivoted about axis enabling its rotation to be transformed into front arm rotation and gripper rotation**

**Patent Assignee: PELLENC SA**

**Inventors: PELLENC R**

### Patent Family

Patent Number	Kind	Date	Application Number	Kind	Date	Week	Type
WO 9853961	A1	19981203	WO 98FR1076	A	19980528	199903	B
FR 2763786	A1	19981204	FR 976921	A	19970530	199904	
EP 1015192	A1	20000705	EP 98928383	A	19980528	200035	
			WO 98FR1076	A	19980528		
JP 2002500570	W	20020108	WO 98FR1076	A	19980528	200206	
			JP 99500337	A	19980528		
EP 1015192	B1	20030326	EP 98928383	A	19980528	200323	
			WO 98FR1076	A	19980528		
DE 69812658	E	20030430	DE 612658	A	19980528	200336	
			EP 98928383	A	19980528		
			WO 98FR1076	A	19980528		
ES 2194326	T3	20031116	EP 98928383	A	19980528	200381	

**Priority Applications (Number Kind Date):** FR 976921 A ( 19970530)

### Patent Details

Patent	Kind	Language	Page	Main IPC	Filing Notes
WO 9853961	A1	F	36	B25J-009/10	
Designated States (National): JP					
Designated States (Regional): AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LU MC NL PT SE					
FR 2763786	A1			A01D-046/24	
EP 1015192	A1	F		B25J-009/10	Based on patent WO 9853961
Designated States (Regional): AT BE DE ES FR GB IT NL					
JP 2002500570	W		34	B25J-019/04	Based on patent WO 9853961
EP 1015192	B1	F		B25J-009/10	Based on patent WO 9853961
Designated States (Regional): AT BE DE ES FR GB IT NL					
DE 69812658	E			B25J-009/10	Based on patent EP 1015192

**BEST AVAILABLE COPY**

**THIS PAGE BLANK (11/15/2010)**

				Based on patent WO 9853961
ES 2194326	T3		B25J-009/10	Based on patent EP 1015192

**Abstract:**

WO 9853961 A

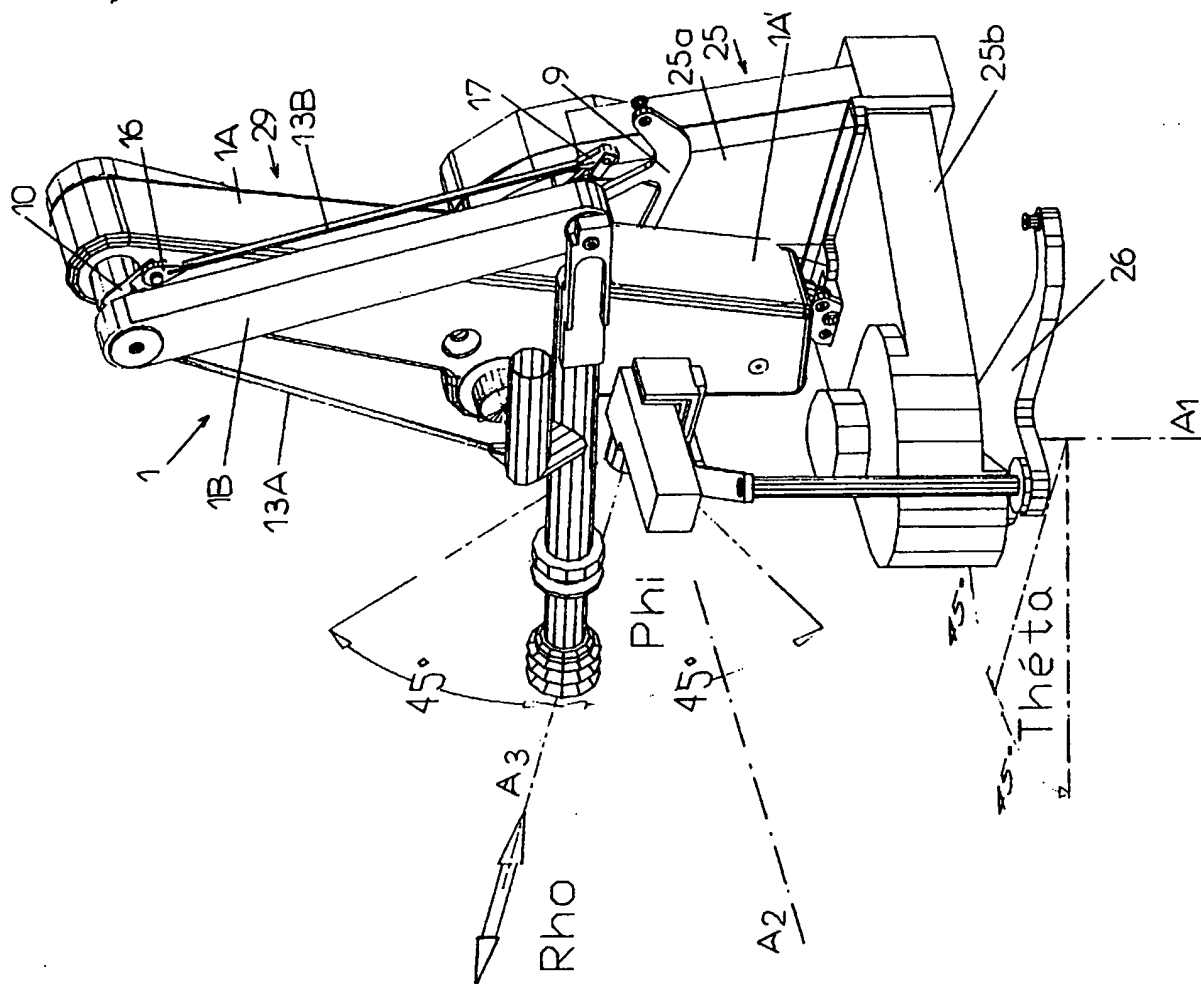
The robotized machine comprises a manipulator with spherical coordinates, (two perpendicular concurrent rotations Theta and Phi, and a translation Rho of its gripper). The translation axis (A3) of the gripper head always intersects the two rotation axes (A1, A2) at a central point. The manipulator has an artificial vision system for locating objects. The optical centre of this vision system is placed exactly at the central point.

The manipulator comprises a manipulating arm (1) with a symmetrical pantograph consisting of an arm (1A) and a front arm (1B) arranged in two parallel planes enabling them to be crossed. The arm is pivoted about an axis and provided with mechanical device ensuring the following kinematics: any arm rotation of value (+a) is transformed into a front arm rotation of value (-2a) relative to the arm and by a gripper rotation at the distal end of the front arm of a value (+a) relative to front arm. This results in a simple translation of the gripper distal end relative to a fixed mark along an axis (A3) corresponding to the vision system optical axis.

**ADVANTAGE** - The machine enables picking individual fruits and placing them without shock in a container.

Dwg.1/10

**THIS PAGE BLANK (11/15/2011)**



Derwent World Patents Index  
© 2005 Derwent Information Ltd. All rights reserved.  
Dialog® File Number 351 Accession Number 12228894

THIS PAGE BLANK (USPTO)

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①⑪ N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 763 786

②① N° d'enregistrement national : 97 06921

⑤① Int Cl<sup>6</sup> : A 01 D 46/24, B 25 J 9/04, 9/10

①②

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 30.05.97.

③⑦ Priorité :

⑦① Demandeur(s) : PELLENC SOCIETE ANONYME —  
FR.

④③ Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 04.12.98 Bulletin 98/49.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule*

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

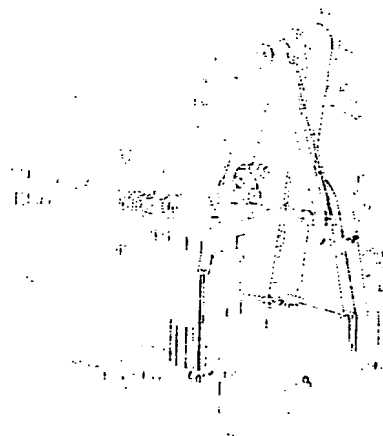
⑦② Inventeur(s) : PELLENC ROGER.

⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) : CABINET MAREK.

⑤④ MACHINE ROBOTISEE POURVUE D'AU MOINS UN BRAS A PANTOGRAPHE SYMETRIQUE, PAR EXEMPLE  
POUR LA RECOLTE DE FRUITS OU LE TRI D'OBJETS DIVERS.

⑤⑦ Machine robotisée, par exemple pour la récolte de  
fruits ou le tri d'objets divers, comprenant un bras de mani-  
pulation (1) constitué d'un bras (1A) et d'un avant-bras (1B)  
disposés de façon à pouvoir se croiser, ledit bras (1) étant  
assujéti à des moyens (21) assurant son pivotement autour  
d'un axe (A4), caractérisée en ce que ce bras de manipula-  
tion est monté sur une structure porteuse de manière que la  
trajectoire de translation de la tête de préhension (20a) du  
préhenseur (20) monté à l'extrémité distale de l'avant-bras  
(1B), se trouve placée à l'intersection de deux axes de pivo-  
tement perpendiculaires et concourants (A1, A2), de sorte à  
constituer un robot à coordonnées sphériques (deux rota-  
tions perpendiculaires et concourantes: Thêta, Phi, et une  
translation: Rho, du préhenseur vers l'objet à saisir).



FR 2 763 786 - A1



Machine robotisée pourvue d'au moins un bras à pantographe symétrique, par exemple pour la récolte de fruits ou le tri d'objets divers.

La présente invention concerne une machine robotisée  
5 pourvue d'au moins un bras à pantographe symétrique, cette machine pouvant être agencée et programmée pour l'accomplissement de tâches diverses impliquant la reconnaissance d'un objet prédéterminé dans son environnement et une intervention sur cet objet, après sa  
10 détection.

La machine selon l'invention peut, par exemple, être conformée, agencée et programmée pour effectuer la récolte robotisée de fruits tels que pommes, poires, pêches, oranges et autres agrumes, etc. Dans cette application très  
15 intéressante, la machine robotisée permet de repérer et de cueillir individuellement les fruits avec leur pédoncule et de les déposer sans chocs dans un réceptacle de grande contenance ou dans un dispositif de réception assurant leur acheminement jusqu'à un tel réceptacle.

La machine selon l'invention peut également être agencée, conformée et programmée, pour remplir d'autres tâches telles que, par exemple, le tri de déchets (déchets ménagers, déchets industriels, etc.) ou d'objets divers, ou, encore, la prise d'un objet à poste fixe (auquel cas elle  
20 est dépourvue de système de vision).

On a décrit, dans le document EP-A-0.270.469, une machine robotisée comprenant :

- d'une part, un bras de manipulation ou manipulateur monté avec une aptitude de rotation autour de deux axes  
30 perpendiculaires et concourants, et dont l'extrémité libre est munie d'un organe de préhension et,
- d'autre part, un système de vision installé fixement au point d'intersection de ces axes de rotation, ce système de vision comprenant, par exemple, une unique caméra ou  
35 plusieurs micro-caméras convergentes ; ledit bras de manipulation étant conformé de manière à permettre audit organe de préhension une translation dans l'alignement du

faisceau optique dudit système de vision, le long d'une trajectoire rectiligne qui croise l'intersection desdits axes de rotation, au centre optique du système de vision. Le manipulateur comprend un bras repliable monté en compas et comportant deux branches disposées dans le même plan et constituées par deux parallélogrammes articulés de forme allongée et assemblés, à leur point de rencontre, au moyen d'une chape constituant, à la fois, les deux petits côtés voisins de ces deux parallélogrammes articulés, ledit bras repliable étant pourvu d'un dispositif communiquant un mouvement symétrique à ses deux branches, lors de son déploiement ou lors de son repliage, cet agencement et ce mouvement symétrique permettant un déplacement rectiligne de l'organe de préhension de la machine. Le dispositif permettant d'obtenir un mouvement symétrique des deux branches du bras repliable, comprend deux roues dentées engrenant l'une avec l'autre et calées fixement, sur les extrémités adjacentes des biellettes internes constituant l'un des grands côtés des parallélogrammes articulés, les différents mouvements dudit bras repliable étant obtenus au moyen d'actionneurs constitués par des vérins hydrauliques.

Grâce à cette construction, il est possible de faire coïncider parfaitement le centre de l'organe de préhension avec l'axe du faisceau optique du système de vision, lorsque ledit organe se déplace en direction de l'objet à saisir. De la sorte, l'organe ou outil de préhension se présente toujours dans une position correcte par rapport à l'objet à atteindre qui peut être ainsi saisi efficacement.

Toutefois, l'architecture des bras robotisés décrits dans le document EP-A-0.270.469 conduit à la réalisation d'ensembles lourds incorporant des actionneurs hydrauliques avec servo-valves, ce qui constitue un handicap important dans la mise en oeuvre des techniques de robotique. D'autre part, cette architecture n'autorise qu'une course limitée de l'organe ou outil de préhension pour un encombrement déterminé, de sorte que pour obtenir une course importante dudit organe de préhension, il est nécessaire de prévoir des bras robotisés de grandes dimensions dont l'encombrement est

- 3 -

incompatible avec certaines applications, notamment pour les machines multi-robots comportant au moins deux ensembles robotisés placés dos à dos.

L'invention a plus particulièrement pour but de  
5 remédier aux inconvénients ci-dessus.

On connaît, par ailleurs, des bras robotisés (US-A-4.897.015, US-A-5.046.992, EP-A-0.629.475) à double pantographe, comprenant une première partie ou bras et une deuxième partie ou avant-bras, disposées dans deux plans  
10 parallèles de façon à pouvoir se croiser, ces deux parties étant assemblées à l'une de leurs extrémités au moyen d'une articulation comprenant un axe commun sur lequel est calé un premier pignon relié, au moyen d'un lien souple de transmission (chaîne, courroie crantée ou autre), à un  
15 deuxième pignon fixe disposé à l'extrémité opposée du bras lequel est monté avec une aptitude de pivotement autour de l'axe portant ledit deuxième pignon dont le diamètre est le double de celui du pignon auquel il est relié, l'axe d'articulation des deux parties du bras étant rigidement  
20 fixé à l'avant-bras et solidaire en rotation de ce dernier, le bras portant, à sa partie supérieure, un troisième pignon fixe relié, au moyen d'un lien souple de transmission (chaîne, courroie crantée ou autre), à un quatrième pignon  
25 disposé à l'extrémité opposée dudit avant-bras et dont le diamètre est également le double de celui dudit troisième pignon, ce quatrième pignon étant calé sur un axe fixé à la partie postérieure du préhenseur et solidaire en rotation de ce dernier, ledit bras étant assujetti à des moyens assurant son basculement autour de son axe fixe, engendrant, suivant  
30 le sens de ce basculement, un mouvement d'avance ou de recul de la tête de préhension du préhenseur le long d'une trajectoire rectiligne.

En vertu de cette conception, les bras robotisés à double pantographe décrits dans les documents précités ont  
35 une cinématique de transmission permettant que toute rotation du bras de valeur  $(+ \alpha)$  par rapport à une base fixe, se traduit par un déplacement angulaire de l'avant-bras d'une valeur  $(- 2\alpha)$  par rapport au bras, et une rotation du

préhenseur d'une valeur (+ a) par rapport à l'avant-bras, la résultante étant une simple translation du préhenseur par rapport à un point fixe.

En outre :

- 5 - le document US-A-4.897.015 décrit sommairement un robot cylindrique (une rotation :  $\Theta$ , une élongation : R, et une translation Z) ;
- le document US-A-5.046.992 décrit avec plus de détails un autre robot cylindrique (une rotation :  $\Theta$ , une
- 10 élongation R, et une translation Z) ;
- le document EP-A-0.629.475 décrit un robot cartésien (une élongation : X, 2 translations Y et Z).

Une conséquence de ces structures est que le plan dans lequel s'effectue l'élongation du bras est toujours un plan

15 horizontal, ce qui limite leur souplesse d'utilisation à des tâches dans le plan horizontal (par exemple transporter ou manipuler une pièce entrant dans un processus de fabrication ou de traitement, d'un poste fixe à un autre poste fixe.

L'invention a notamment pour but de s'affranchir des

20 contraintes imposées par les robots décrits dans les documents susmentionnés.

Selon une première disposition caractéristique de l'invention, cet objectif est atteint grâce à une machine robotisée comprenant un manipulateur comportant un bras de

25 manipulation du type à pantographe symétrique constitué d'une première branche ou bras et d'une deuxième branche ou avant-bras disposées dans deux plans parallèles de façon à pouvoir se croiser, ce bras de manipulation étant assujéti à des moyens assurant son pivotement autour d'un axe et

30 ledit bras de manipulation étant doté de moyens mécaniques assurant la cinématique suivante : toute rotation du bras de valeur (+a) se traduit par une rotation de l'avant-bras d'une valeur (-2a) par rapport audit bras, et par une rotation du préhenseur monté à l'extrémité distale de

35 l'avant-bras d'une valeur (+a) par rapport audit avant-bras, le résultat étant une simple translation du préhenseur par rapport à un repère fixe, le long d'un axe, cette machine étant notamment remarquable en ce que le manipulateur équipé

de ce bras de manipulation est monté sur une structure porteuse de manière que la trajectoire de translation de la tête de préhension du préhenseur se trouve placée à l'intersection de deux axes de pivotement perpendiculaires et concourants, de sorte à constituer un robot à coordonnées sphériques (deux rotations perpendiculaires et concourantes : Thêta, Phi, et une translation : Rho, du préhenseur vers l'objet à saisir).

Selon une autre disposition caractéristique de l'invention, la machine comporte encore un système de vision pour le repérage des objets à saisir, ce système de vision (24) étant installé fixement, à l'intersection des axes des rotations (Thêta, Phi) et de la translation (Rho) de la tête de préhension du préhenseur.

Grâce à cette construction, il est non seulement possible de réduire l'encombrement du bras tout en augmentant la longueur de la course du préhenseur pour un encombrement déterminé (la partie postérieure du préhenseur pouvant reculer en arrière de l'emplacement où se trouve installé le système de vision), mais l'élongation du bras peut s'effectuer dans des plans quelconques, ce qui donne une grande souplesse d'utilisation et permet l'affectation du robot à géométrie sphérique à des tâches nécessitant une grande variété de mouvements, telles que, par exemple, la récolte de fruits ou le tri des déchets.

Un autre inconvénient des robots décrits dans les documents US-A-4.897.015, US-A-5.046.992 et EP-A-0.629.475, réside dans le fait que les mouvements d'élongation et de repliement de leur bras robotisé à pantographe symétrique, sont obtenus au moyen de systèmes de transmission comprenant notamment : deux chaînes, quatre pignons et plusieurs tendeurs de chaînes. Ces systèmes nécessitent des opérations de maintenance pour le réglage de la tension des chaînes, des opérations d'entretien (graissage) desdites chaînes et la prévision de carters de chaînes pour les préserver de la poussière.

Un autre objectif de l'invention est de limiter grandement l'importance de cet inconvénient.

Selon une autre disposition caractéristique de l'invention, le dispositif assurant les mouvements de l'ensemble du bras de manipulation comprend :

- un axe monté avec une aptitude de rotation à l'extrémité distale du bras et sur lequel sont respectivement calés un premier pignon et l'extrémité proximale de l'avant-bras ;
- un deuxième pignon calé sur un axe fixe autour duquel est monté le bras, par l'intermédiaire de son extrémité proximale, avec une aptitude de basculement, ce deuxième pignon étant relié au premier pignon, par un lien souple ou rigide de transmission, et son diamètre étant le double de celui dudit premier pignon ;
- un renvoi monté, par l'intermédiaire de sa portion centrale délimitant une branche proximale et une branche distale, autour de l'axe de liaison du bras et de l'avant-bras, et dans lequel ledit axe est logé avec une aptitude de rotation ;
- un premier tirant fixé, par l'intermédiaire de ses extrémités opposées et au moyen d'articulations, d'une part, à la branche proximale du renvoi et, d'autre part, sur l'une des extrémités d'une bielle fixe dont l'autre extrémité est montée fixement, de préférence de manière réglable, autour de l'axe soutenant l'ensemble du bras de manipulation ;
- un deuxième tirant fixé, par l'intermédiaire de ses extrémités opposées et au moyen d'articulations, d'une part à la branche distale du renvoi et, d'autre part, à une bielle dont l'autre extrémité est rigidement solidaire de l'axe du préhenseur logé, avec une aptitude de rotation, dans l'extrémité distale de l'avant-bras ;
- le bras étant assujéti à des moyens assurant son basculement autour de son axe fixe, ce basculement engendrant, suivant sa direction, un mouvement d'avance ou de recul de la tête de préhension le long d'une trajectoire rectiligne correspondant à l'axe optique du système de vision, dans l'application aux robots de récolte de fruits ou de tri d'objets divers.

Grâce à cette construction du bras de manipulation, on obtient notamment les avantages suivants :

- 7 -

- simplification des opérations de maintenance de réglage de la tension des liens de transmission, due à la suppression de l'une des chaînes et de ses tendeurs ;
- simplification des opérations d'entretien (graissage) des liens de transmission, découlant de l'utilisation d'une seule chaîne ;
- facilité et rapidité accrues des opérations de réglage (calage) du préhenseur dans l'espace caméra ;
- fiabilité et précision du réglage améliorées.

10 Les buts, caractéristiques et avantages ci-dessus, et d'autres encore, ressortiront mieux de la description qui suit et des dessins annexés dans lesquels :

La figure 1 est une vue en perspective de l'ensemble du manipulateur à pantographe symétrique d'une machine robotisée selon l'invention.

15 La figure 2 est une vue de face, avec coupes verticales, de cette machine.

La figure 3 est une vue de côté de la figure 2, montrant le bras dans une configuration correspondant à la position de recul extrême du préhenseur.

20 La figure 4 est une vue de face, à plus grande échelle et avec coupes verticales du bras de manipulation à pantographe symétrique, montré sans le préhenseur.

La figure 5 est une vue de face, à échelle encore agrandie et en coupe, de la partie supérieure de ce bras de manipulation.

La figure 6 est une vue à caractère schématique de la cinématique de transmission du bras à pantographe symétrique représenté dans une position de déploiement.

30 La figure 7 est une vue de côté illustrant deux positions extrêmes de la tête de préhension du préhenseur et le déplacement de celle-ci le long de l'axe optique du système de vision.

Les figures 8 à 10 sont des vues de détail illustrant le réglage de la bielle de référence réglable de la transmission à pantographe symétrique.

On décrit ci-après un mode d'exécution intéressant du robot à géométrie générale sphérique (deux rotations

concourantes : Thêta, Phi, et une translation : Rho du préhenseur vers l'objet à saisir) avantageusement applicable à la récolte robotisée de fruits ou au tri robotisé de déchets ou autres objets. Dans ces applications, très  
5 intéressantes, bien que nullement limitatives, un système de vision est installé fixement par rapport au bras de manipulation, et le foyer optique de ce système de vision se trouve placé fixement, exactement à l'intersection des axes des rotations Thêta, Phi, et de la translation Rho.

10 Afin de ne pas allonger inutilement la description, on décrit uniquement ci-après la partie de la machine robotisée, comportant application de l'invention revendiquée, la partie décrite pouvant être installée sur un ensemble porteur conformé et agencé en fonction de la  
15 destination de la machine, cet ensemble pouvant être un véhicule automoteur dans le cas d'une application à la récolte robotisée de fruits, ou un portique fixe ou mobile surmontant une zone de travail mobile (par exemple tapis transporteur) ou fixe, dans le cas d'une application au tri  
20 robotisé de déchets ou autres objets.

Selon l'exemple illustré, la machine robotisée comprend un manipulateur comportant un bras de manipulation à géométrie variable 1 constitué d'une première branche ou bras 1A et d'une deuxième branche ou avant-bras 1B  
25 assemblés, à leur sommet, par une articulation. Cette liaison articulée est réalisée au moyen d'un arbre 2 monté tournant dans des paliers 3 équipant l'extrémité distale du bras 1A.

Sur l'arbre 2, sont calés :

- 30 - un premier pignon 4 relié, au moyen d'une chaîne 5 ou autre lien souple ou rigide de transmission, tel que courroie crantée par exemple, à un deuxième pignon fixe 6 calé sur un axe fixe 7 autour duquel est monté, avec une aptitude de pivotement, le bras 1A, par l'intermédiaire de  
35 son extrémité proximale et de paliers 8 ;  
- l'extrémité proximale de l'avant-bras 1B qui est ainsi solidaire en rotation dudit axe 2 et dudit pignon 4.

Le pignon 6 a un diamètre (D6) qui est le double du

- 9 -

diamètre (D4) du pignon 4. Autrement dit,  $D6 = 2 D4$  ou  
 $D4 = \frac{D6}{2}$ .

2

D'autre part, l'axe fixe 7 est, rigidement solidaire  
d'un basculeur 9 supportant l'ensemble du bras de  
5 manipulation 1 proprement dit.

Sur l'arbre 2, est encore monté un renvoi 10 dont la  
portion centrale présente un orifice muni d'un palier 11  
pour le passage dudit axe qui peut ainsi tourner dans ledit  
renvoi. Le renvoi 10 présente, de part et d'autre de sa  
10 portion centrale, une branche proximale 10A et une branche  
distale 10B. Le renvoi 10 peut être avantageusement  
constitué par une robuste pièce métallique ayant, vue de  
face, une forme générale triangulaire et dont les points  
d'articulation sont disposés aux sommets d'un triangle.

15 La branche proximale 10A du renvoi 10 est reliée, par  
l'intermédiaire d'une articulation 12, à l'une des  
extrémités d'un premier tirant rigide 13A dont l'extrémité  
opposée est reliée, également au moyen d'une articulation  
14, à l'une des extrémités d'une bielle fixe 15 dont l'autre  
20 extrémité est montée fixement autour de l'axe 7 soutenant  
l'ensemble du bras de manipulation 1.

L'ensemble : bras 1A-branche proximale 10A du renvoi  
10 - tirant 13A-bielle 15, forme un premier parallélogramme  
déformable dont la bielle 15 constitue un côté fixe (tracé  
25 en trait fort de la figure 6).

La distance comprise entre les points d'articulation du  
tirant 13A est égale à la distance séparant les points  
d'articulation du bras 1A, tandis que la distance comprise  
entre les points d'articulation de la bielle 15 est égale à  
30 la distance séparant les points d'articulation de la branche  
proximale 10A du renvoi 10.

L'orientation de la branche proximale 10A du renvoi 10  
est donc identique à l'orientation de la bielle 15 qui,  
selon une autre disposition caractéristique de l'invention  
35 décrite dans la suite du présent exposé, est réglable.

La branche distale 10B du renvoi 10 est reliée, par  
l'intermédiaire d'une articulation 16, à l'une des

extrémités d'un deuxième tirant rigide 13B dont l'extrémité opposée est reliée, également au moyen d'une articulation 17, à une bielle 18 dont l'autre extrémité est rigidement solidaire de l'arbre 19 du préhenseur 20. L'arbre 19 est également rigidement solidaire de l'extrémité proximale du préhenseur 20 et il est logé avec une aptitude de rotation, par l'intermédiaire de paliers 19a, dans l'extrémité distale de l'avant-bras 1B.

L'ensemble : avant-bras 1B-branche distale 10B du renvoi 10-tirant 13B-bielle 18, forme un deuxième parallélogramme déformable (tracé en trait fort de la figure 6).

La distance comprise entre les points d'articulation du tirant 13B est égale à la distance séparant les points d'articulation de l'avant-bras 1B, tandis que la distance comprise entre les points d'articulation de la bielle 18 solidaire du préhenseur 20, est égale à la distance séparant les points d'articulation de la branche distale 10B du renvoi 10.

L'orientation de la bielle 18 solidaire du préhenseur 20 est donc identique à l'orientation de la branche distale 10B du renvoi 10.

Le préhenseur 20 peut avantageusement avoir une longueur relativement importante, c'est-à-dire une longueur au moins égale ou supérieure à la longueur de l'avant-bras 1B, et il est muni d'une tête de préhension 20a constituant son extrémité libre.

Dans une application très intéressante de l'invention à la récolte des fruits, le préhenseur 20 est constitué, au moins en partie, par un tube rigide raccordé, par l'intermédiaire d'un tuyau souple, à la bouche d'aspiration d'un aspirateur installé sur le châssis de la machine. Dans ce cas, la tête de préhension 20a du préhenseur 20 est constituée par une tête d'aspiration.

Les mouvements d'allongement et de repliement du bras de manipulation 1 entraînant des mouvements d'avance et de recul de la tête de préhension 20a sont obtenus au moyen d'un vérin électrique constitué par un moteur à vis à billes

21.

Le bras ou branche proximale 1A du bras de manipulation présente une portion 1A' qui s'étend au-dessous ou au-delà de l'axe A4 de pivotement de ladite branche proximale, matérialisé par l'axe fixe 7 (figure 4). Suivant une autre disposition caractéristique de l'invention, l'extrémité postérieure du corps 21a du moteur 21 est fixée, avec une possibilité de pivotement, à un axe 22 disposé dans ladite portion 1A' du bras 1A, tandis que l'écrou 21c coopérant avec la vis 21b dudit moteur est disposé à distance de l'axe fixe 7 et porté, avec une aptitude de pivotement, autour d'un axe perpendiculaire à l'axe de rotation de ladite vis, par une chape fixe 23 rigidement solidaire de l'axe 7 et du basculeur 9 (figures 2 et 3).

De la sorte, la quasi totalité de la masse du moteur 21 se trouve disposée au-dessous ou au-delà de l'axe de pivotement A4 de la branche proximale 1A et contrebalance le poids de l'ensemble du bras de manipulation 1A-1B-20. Cette disposition permet donc un meilleur équilibrage des masses mobiles autour de l'axe 7.

L'ensemble du bras de manipulation ou manipulateur 1-20 à pantographe symétrique ainsi configuré est monté sur le châssis de la machine avec une aptitude de pivotement autour de deux axes perpendiculaires et concourants A1, A2.

Le basculeur 9 portant le bras, est montée avec une aptitude de basculement autour d'un axe A2, à la partie supérieure d'une tourelle 25, elle-même supportée, avec une latitude de pivotement autour d'un axe A1, par une embase fixe 26, les axes A2 et A1 étant, de préférence, orientés perpendiculairement.

Le basculeur 9 est, par exemple, monté avec une latitude de pivotement et par l'intermédiaire de paliers, autour d'un axe horizontal fixe 30 porté par le sommet de la tourelle 25, tandis que la tourelle est, par exemple, monté avec une aptitude de pivotement et par l'intermédiaire de paliers, autour d'un axe vertical fixe 31 porté par l'embase 26.

Les mouvements de basculement du basculeur 9 portant le bras 1, autour de l'axe A2, et de la tourelle 25 supportant ledit basculeur autour de l'axe A1, sont obtenus par des actionneurs électriques, respectivement 27, 28, de  
5 préférence identiques à l'actionneur électrique 21 précédemment décrit.

Le vérin électrique à vis à bille 27 assurant le basculement du basculeur 9 autour de l'axe horizontal 30 correspondant à l'axe géométrique A2, est fixé, au moyen  
10 d'articulations, d'une part, à la tourelle 25 et, d'autre part, au basculeur 9.

Le vérin électrique à vis à bille 28 assurant le pivotement de la tourelle 25 autour de l'axe vertical 31 correspondant à l'axe géométrique A1, est fixé, au moyen  
15 d'articulations, d'une part, à la tourelle 25 et, d'autre part, à l'embase fixe 26.

On observe que les différents actionneurs électriques 21, 27, 28, du bras robotisé, sont logés dans des carters constitués par :

- 20 - une enveloppe de forme allongée 29 formée par une partie constitutive du bras 1A, en ce qui concerne l'actionneur 21 ;
- la partie verticale 25a de la tourelle 25, pour l'actionneur 27 ; et
- 25 - par la partie horizontale 25b de ladite tourelle 25, pour l'actionneur 28.

Après la description qui précède, on comprend que grâce à l'agencement du bras robotisé à pantographe symétrique 1-20, selon l'invention, la mise en rotation de la vis 21a  
30 du vérin électrique 21 entraîne le basculement du bras 1A, autour d'un axe A4 (matérialisé par l'axe fixe 7), dans un sens ou dans l'autre, suivant le sens de rotation de ladite vis. D'autre part, grâce à la cinématique de transmission précédemment décrite, toute rotation du bras 1A de valeur (+  
35 a), par rapport à sa base, se traduit par un déplacement angulaire de sens contraire de l'avant-bras 1B d'une valeur (- 2a) par rapport audit bras, et par une rotation du préhenseur 20 de sens contraire par rapport audit avant-bras

d'une valeur (+ a), le résultat étant une simple translation du préhenseur par rapport à un repère fixe, de sorte que la tête de préhension 20a reste positionnée sur un axe A3, notamment lors de ses déplacements en direction de l'objet à saisir.

En effet, pendant les phases d'allongement ou de repliement du bras 1, la bielle 15 est immobile. Le renvoi 10 conserve donc son orientation grâce au parallélogramme déformable 15-13A-10A-1A construit autour du tirant 13A ; le parallélogramme déformable 10B-13B-18-1B construit autour du tirant 13B recopie l'orientation du renvoi 10 sur la bielle 18 solidaire du préhenseur 20. L'orientation du renvoi étant conservée, le préhenseur conserve donc son orientation et se déplace en conservant cette orientation.

Le robot précédemment décrit est donc du genre à géométrie générale sphérique (deux rotations concourantes : Théta (autour de l'axe A1), Phi (autour de l'axe A2) et une translation Rho (le long de l'axe A3) du préhenseur 20 vers l'objet à saisir).

Selon le mode d'exécution avantageux illustré, le système de vision 24 de ce robot à coordonnées sphériques et à pantographe symétrique, est installé fixement sur un élément fixe du châssis de la machine, à l'intersection I des axes A1, A2, A3 des rotations Théta, Phi et de la translation Rho de la tête de préhension 20a du préhenseur 20.

Ce système de vision 24, le module de traitement des images enregistrées par ce dernier et l'ordinateur de commande des mouvements du manipulateur, n'entrent pas dans le cadre du présent brevet et ne sont donc pas décrits.

Suivant l'agencement décrit précédemment, l'extrémité distale de l'avant-bras 1B liée au préhenseur 20 peut se déplacer au-dessus du système de vision 24, suivant un axe A5 parallèle à l'axe optique A3 de ce dernier. De la sorte, dans la position de recul (figure 3), une importante partie de la longueur du préhenseur 20 peut être amenée en arrière du système de vision 24, ce qui permet d'avoir une course importante dudit préhenseur, avec un encombrement réduit de

l'ensemble du bras de manipulation en position de recul ou en position de repos. D'autre part, malgré le décalage des axes A3 et A5, la tête de préhension 20a est disposée sur l'axe optique A3 du système de vision 24 et se déplace le long de cet axe sur la totalité de sa course de translation possible en direction de l'objet détecté par ledit système de vision et identifié par l'intelligence artificielle de la machine (figure 7).

Selon une autre disposition caractéristique de l'invention, la bielle 15 constituant le côté fixe du parallélogramme déformable 1A-10A-13A-15, a une position réglable par rapport au basculeur 9.

Dans ce but, l'extrémité de ladite bielle reliée à l'extrémité proximale du tirant 13A est disposée entre deux butées réglables dont sont munies, respectivement, les deux branches 32A, 32B d'une fourchette que présente une chape 32 rigidement liée au basculeur 9. Ces butées réglables sont constituées par des vis de pression 33A, 33B se vissant dans les branches fixes 32A-32B (figures 8 à 10).

La figure 8 illustre la position "centrale" de la bielle réglable 15.

En dévissant la ou les vis 33A et en vissant la ou les vis 33B, on provoque un déplacement angulaire de la bielle 15 (figure 9), ce déplacement est transmis, par le tirant 13A au renvoi 10 qui tourne autour de son axe principal (arbre 2) d'une valeur correspondante ; ce déplacement angulaire du renvoi 10 est transmis, par l'intermédiaire du tirant 13B, à la bielle 18 du préhenseur qui tourne autour de son axe principal (arbre 19) d'une valeur angulaire correspondante. Finalement, le préhenseur 20 qui est liée rigidement à la bielle 18, tourne d'une valeur angulaire correspondant exactement au déplacement angulaire de la bielle 15.

Le réglage de la bielle 15 en sens opposé est obtenu en dévissant la ou les vis 33B et en vissant la ou les vis 33A (figure 10).

## R E V E N D I C A T I O N S

1. - Machine robotisée, par exemple pour la récolte de fruits ou le tri d'objets divers, comprenant un manipulateur comportant un bras de manipulation (1) constitué d'une première branche ou bras (1A) et d'une deuxième branche ou avant-bras (13) disposées dans deux plans parallèles de façon à pouvoir se croiser, ledit bras (1) étant assujéti à des moyens (21) assurant son pivotement autour d'un axe (A4), ledit bras de manipulation étant doté de moyens mécaniques assurant la cinématique suivante : toute rotation du bras (1A) de valeur (+a) se traduit par une rotation de l'avant-bras (1B) d'une valeur (-2a) par rapport audit bras, et par une rotation du préhenseur (20) monté à l'extrémité distale de l'avant-bras (1b), d'une valeur (+a) par rapport audit avant-bras, le résultat étant une simple translation dudit préhenseur par rapport à un repère fixe, le long d'un axe (A3), cette machine étant caractérisée en ce que le manipulateur équipé de ce bras de manipulation est monté sur une structure porteuse de manière que la trajectoire de translation de la tête de préhension (20a) du préhenseur (20) se trouve placée à l'intersection de deux axes de pivotement perpendiculaires et concourants (A1, A2) de sorte à constituer un robot à coordonnées sphériques (deux rotations perpendiculaires et concourantes : Thêta, Phi, et une translation : Rho, du préhenseur vers l'objet à saisir).
2. - Machine robotisée selon la revendication 1, comportant un système de vision (24) pour le repérage des objets à saisir, caractérisée en ce que ce système de vision (24) est installé fixement, à l'intersection des axes des rotations (Thêta, phi) et de la translation (Rho) de la tête de préhension (20a) du préhenseur (20).
3. - Machine robotisée selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisée en ce que les branches (1A, 1B) du bras de manipulation (1) sont dimensionnées et disposées de manière telle que l'extrémité distale de l'avant-bras (1B) liée au

préhenseur (20) peut se déplacer au-dessus et en arrière du système de vision (24).

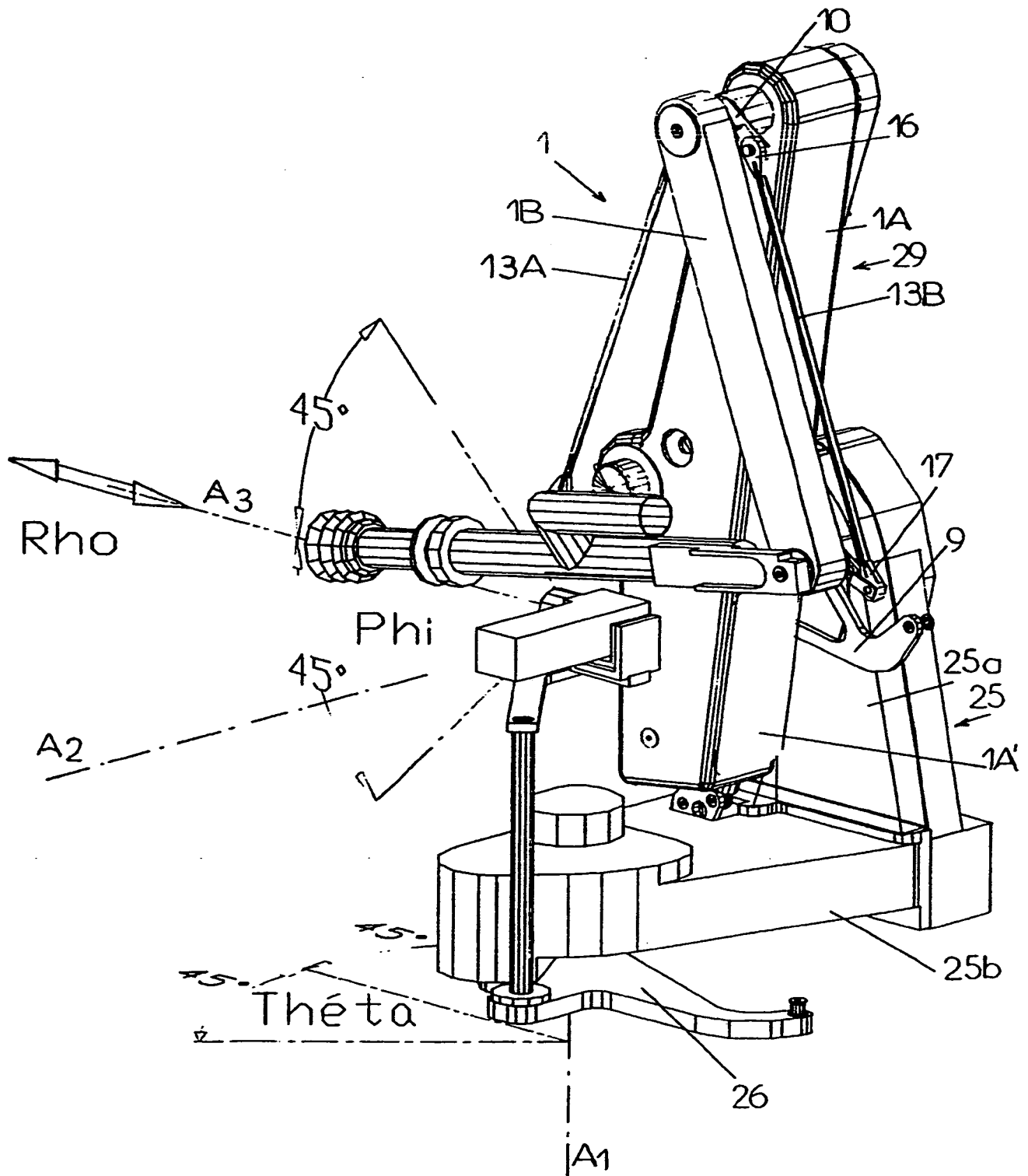
4. - Machine robotisée selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que le préhenseur  
5 (20) a une longueur au moins égale ou supérieure à la longueur de l'avant-bras (1B).

5. - Machine robotisée suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que le dispositif  
10 assurant les mouvements de l'ensemble du bras de manipulation (1) comprend :  
- un axe (2) monté avec une aptitude de rotation à l'extrémité distale du bras (1A) et sur lequel sont calés un premier pignon (4) et l'extrémité proximale de l'avant-bras (1B) ;  
15 - un deuxième pignon (6) calé sur un axe fixe (7) autour duquel est monté le bras (1A), par l'intermédiaire de son extrémité proximale, avec une aptitude de basculement, ce deuxième pignon (6) étant relié au premier pignon (4), par un lien souple ou rigide de transmission (5) et son diamètre  
20 étant le double de celui dudit premier pignon (4) ;  
- un renvoi (10) monté, par l'intermédiaire de sa portion centrale délimitant une branche proximale (10A) et une branche distale (10B), autour de l'axe de liaison (2) du bras (1A) et de l'avant-bras (1B), et dans lequel ledit axe  
25 (2) est logé avec une aptitude de rotation ;  
- un premier tirant rigide (13A) fixé, par l'intermédiaire de ses extrémités opposées et au moyen d'articulations (12, 14), d'une part, à la branche proximale (10A) du renvoi (10) et, d'autre part, sur l'une des extrémités d'une bielle fixe  
30 (15) dont l'autre extrémité est montée fixement, autour de l'axe (7) soutenant l'ensemble du bras de manipulation ; de sorte que l'ensemble : bras (1A)-branche proximale (10A) du renvoi (10)-tirant (13A)-bielle (15), forme un premier parallélogramme déformable dont la bielle (15) constitue un  
35 côté fixe ;  
- un deuxième tirant rigide (13B) fixé, par l'intermédiaire

- de ses extrémités opposées et au moyen d'articulations (16, 17), d'une part à la branche distale (10B) du renvoi (10) et, d'autre part, à une bielle (18) dont l'autre extrémité est rigidement solidaire de l'axe (19) du préhenseur (20)
- 5 logé, avec une aptitude de rotation, dans l'extrémité distale de l'avant-bras (1B), de sorte que l'ensemble : avant-bras (1B)-branche distale (10B) du renvoi (10)-tirant (13B)-bielle (18), forme un deuxième parallélogramme déformable ;
- 10 - le bras (1) ainsi agencé étant assujéti à des moyens (21) assurant son basculement autour de son axe fixe (7), ce basculement engendrant, suivant sa direction, un mouvement d'avance ou de recul de la tête de préhension (20a) du préhenseur (20) le long d'une trajectoire rectiligne (Rho).
- 15
6. - Machine robotisée selon la revendication 5, caractérisée en ce que l'orientation de la bielle fixe (15) reliant les extrémités proximales du bras (1A) et du premier tirant (13B), est réglable.
- 20 7. - Machine robotisée selon l'une des revendications 5 ou 6, caractérisée en ce que les tirants (13A, 13B) sont disposés entre les plans dans lesquels pivotent, respectivement, le bras (1A) et l'avant-bras (1B).
8. - Machine robotisée suivant l'une quelconque des
- 25 revendications 5 à 7, caractérisée en ce que les tirants (13A, 13B) sont montés avec une aptitude de pivotement dans deux plans parallèles, de manière à pouvoir se croiser.
9. - Machine robotisée selon l'une quelconque des
- 30 mouvements du manipulateur (1-20) sont assurés par des moteurs électriques à vis à billes (21, 27, 28).
10. - Machine robotisée suivant l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisée en ce que la branche proximale (1A) du bras de manipulation (1A-1B) comprend une

portion (1A') s'étendant au-dessous ou au-delà de l'axe de pivotement (A4) de ladite branche proximale (1A), et en ce que le moteur (21) assurant le pivotement de cette dernière est fixé à ladite portion (1A') de telle sorte que la quasi  
5 totalité de sa masse soit disposée au-dessous ou au-delà dudit axe et contrebalance le poids de l'ensemble du bras de manipulation.

1/8

Fig.1

2/8

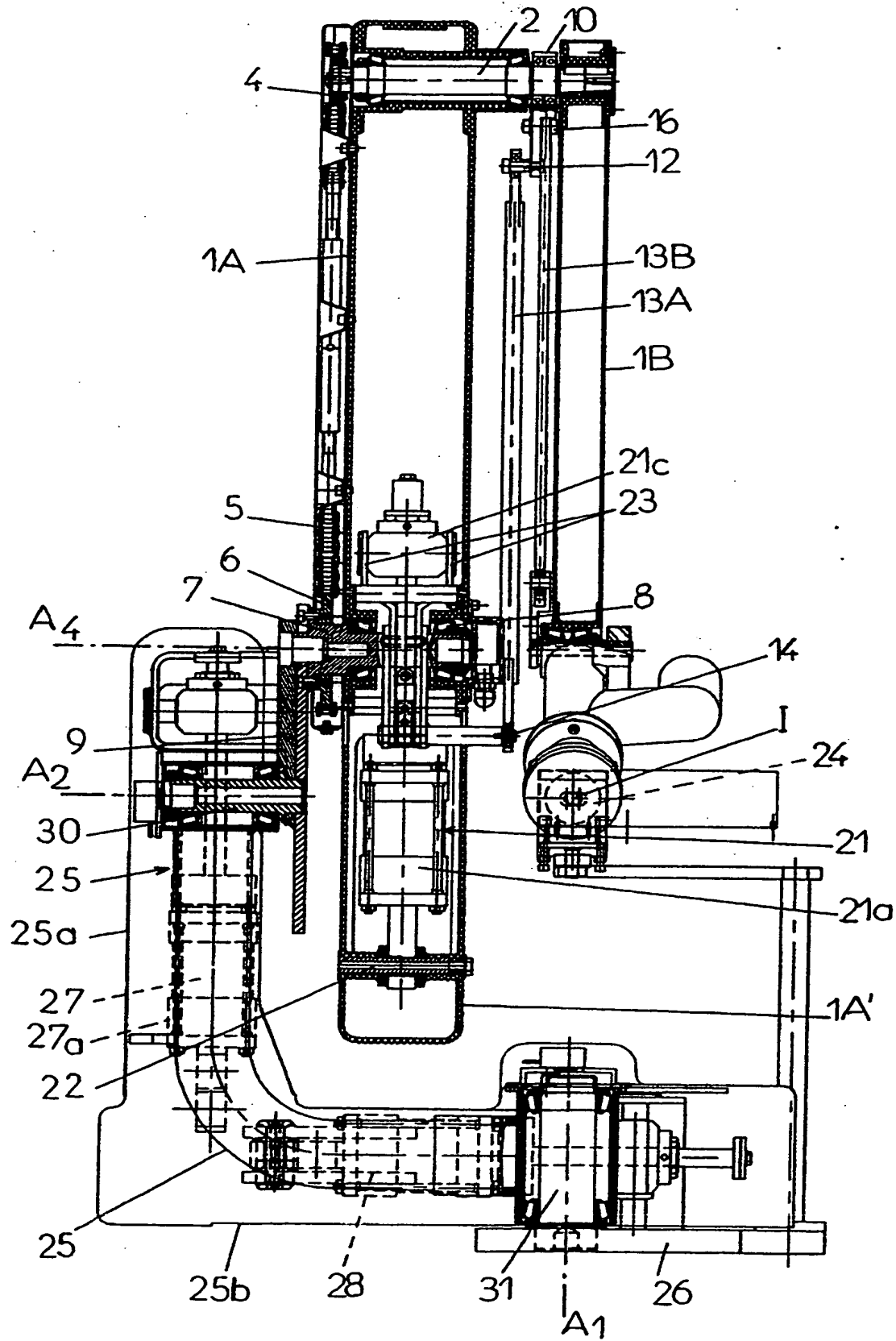


Fig. 2

3/8

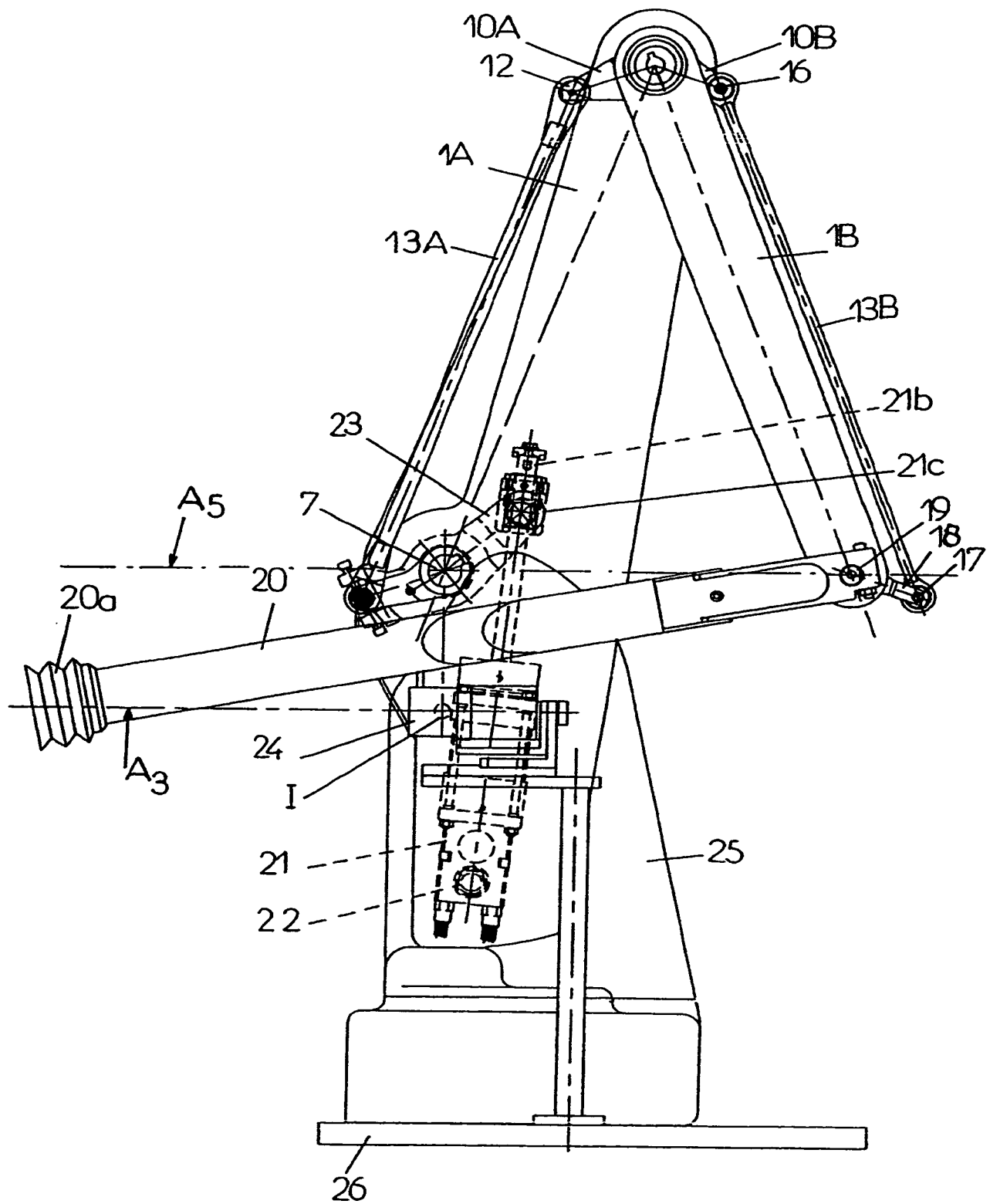


Fig.3

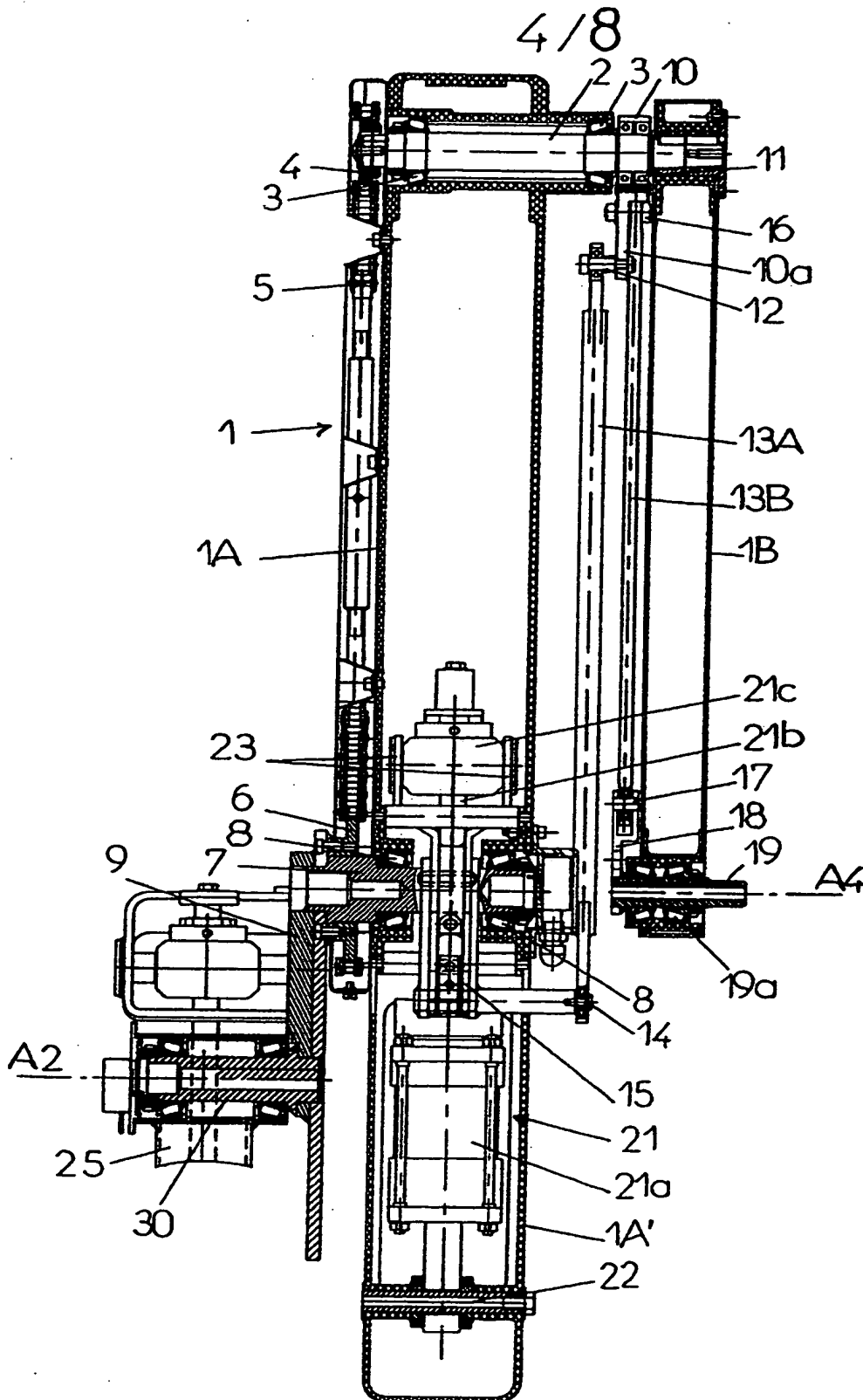


Fig. 4



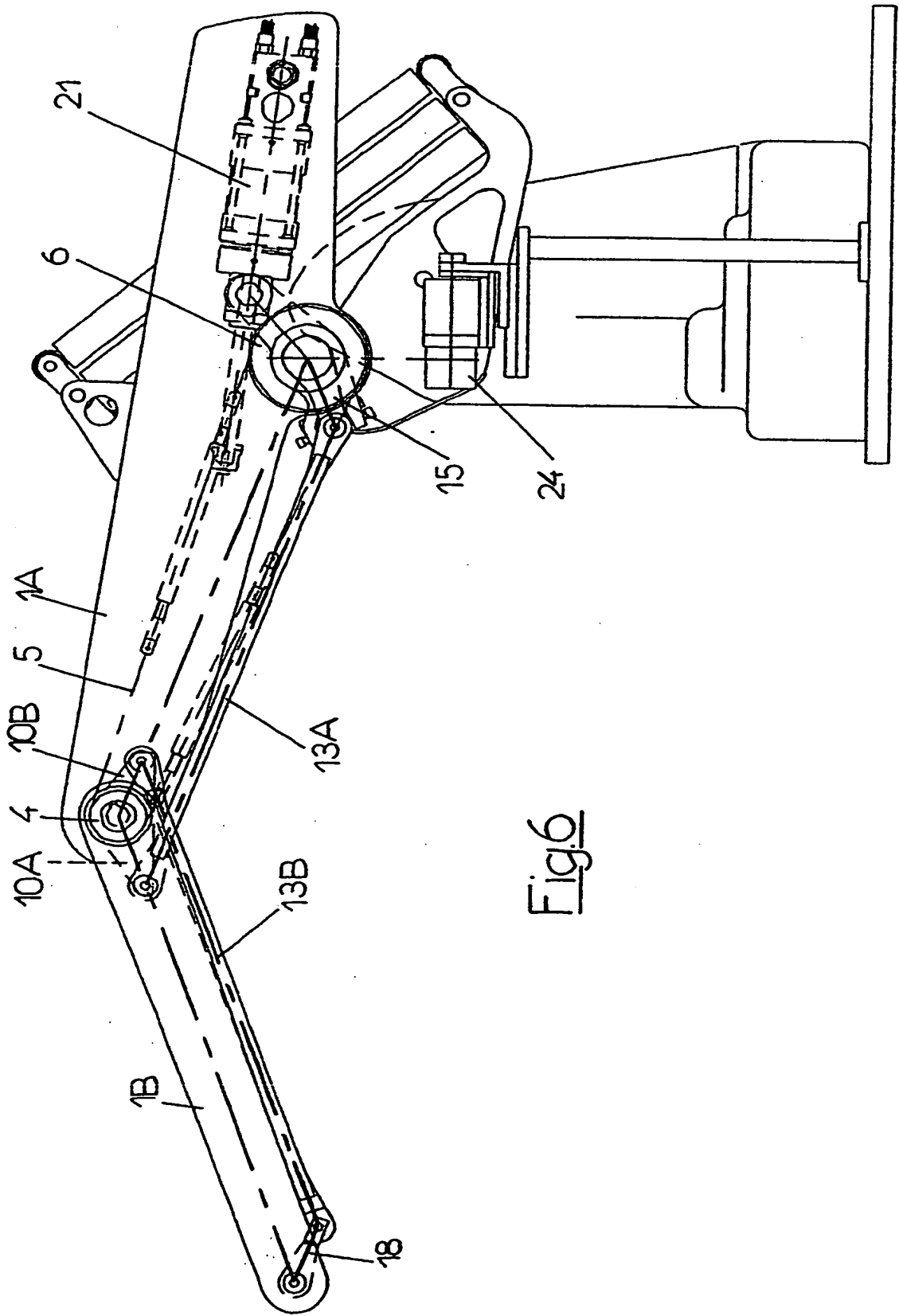


Fig. 6

7/8

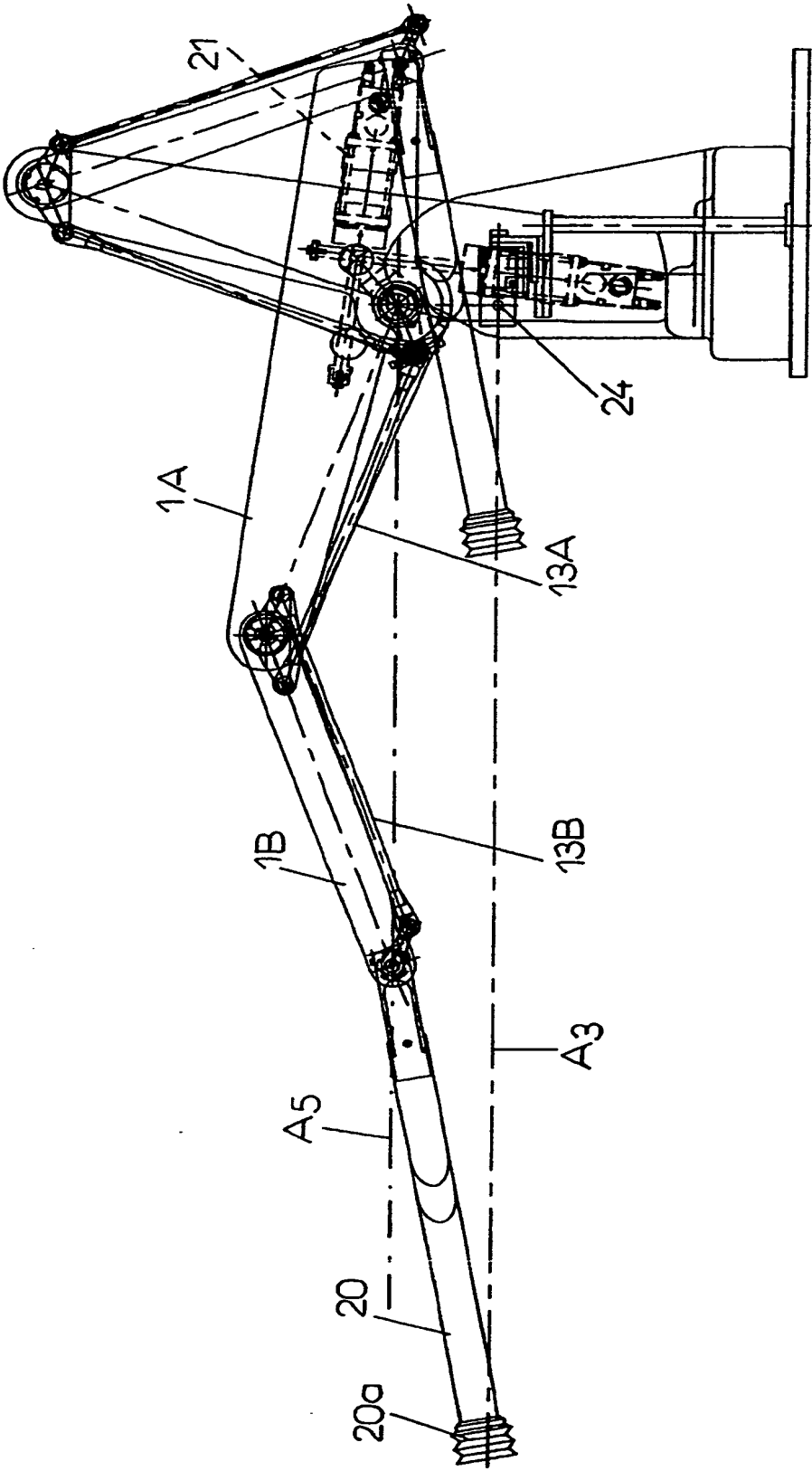
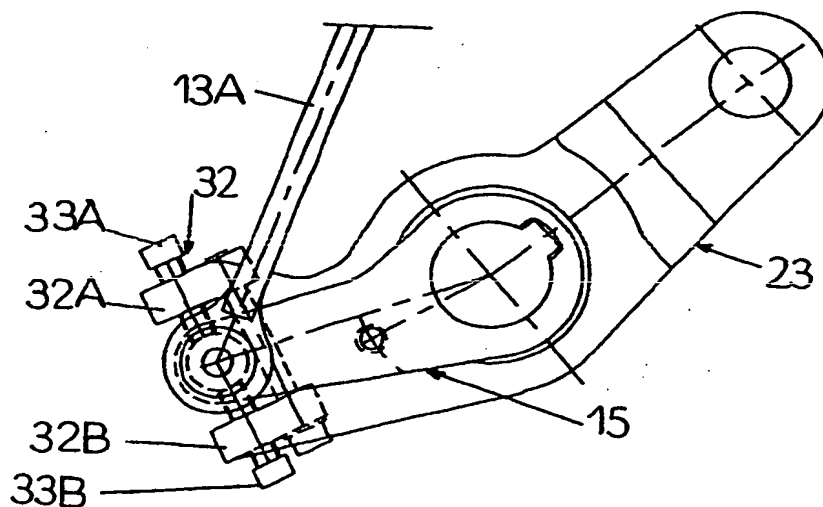
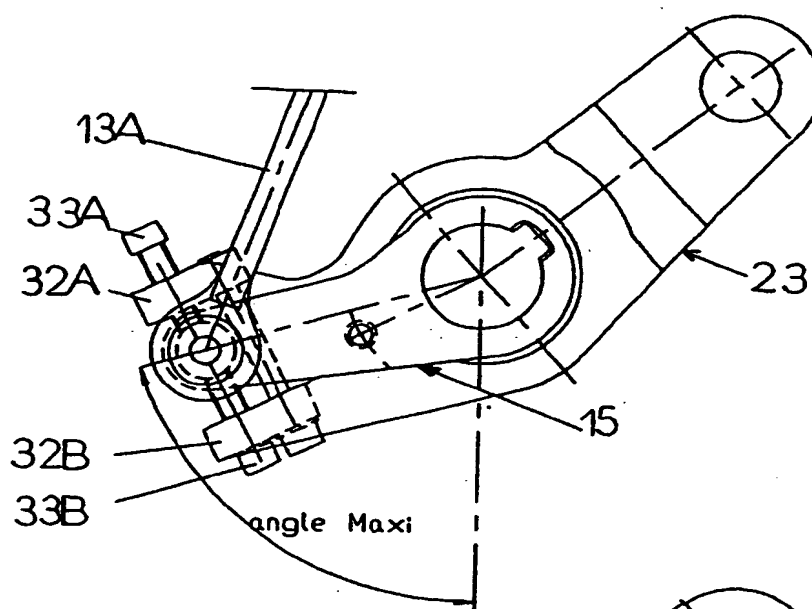
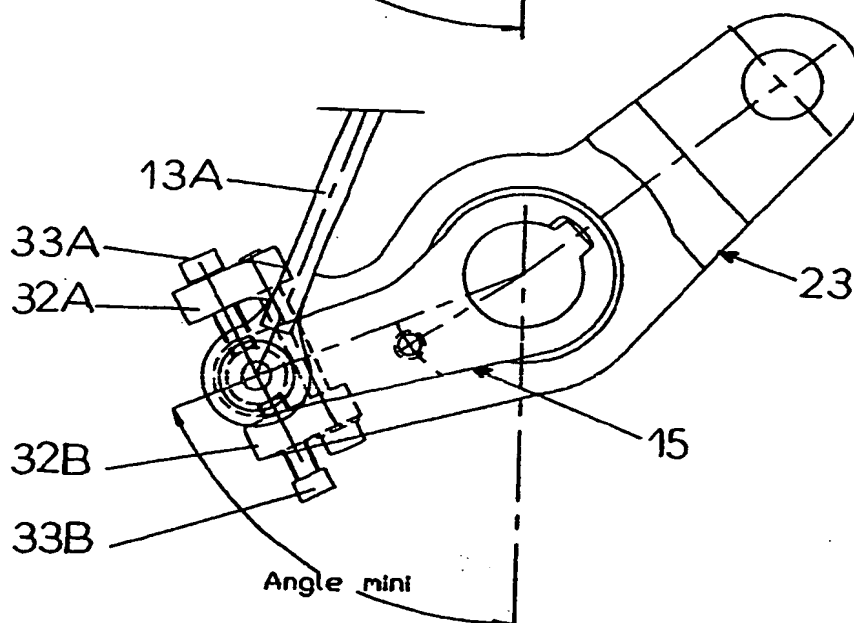


Fig. 7

8/8

Fig 8Fig 9Fig 10

REPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE  
PRELIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
national

FA 543908  
FR 9706921

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
Y,D	EP 0 270 469 A (ETABLISSEMENTS PELLENC ET MOTTE-CEMAGREF) * colonne 2, ligne 57 - colonne 3, ligne 63 * * colonne 4, ligne 40 - ligne 51 *	1,2,4
A	---	5
Y	GB 2 022 046 A (SHIROYAMA KOGYO) * page 2, ligne 114 - page 4, ligne 9 * * page 4, ligne 29 - ligne 95 *	1,2,4
A	---	
A	FR 2 638 599 A (C.E.M.A.G.R.E.F.) * page 17, ligne 1 - page 18, ligne 15 *	1,2
A	---	
A	US 5 151 008 A (ISHIDA) * colonne 3, ligne 41 - colonne 4, ligne 37 *	1,5
A	---	
A	FR 2 610 859 A (CDF INGENIERIE ETR S.A.) * page 8, ligne 23 - ligne 29; revendications 1,8 *	6
A	---	
A	GB 2 114 534 A (BISIACH AND CARRU SPA.) * page 2, ligne 97 - ligne 123 *	9
A	---	
A	US 4 733 576 A (ZIMMER) * colonne 4, ligne 52 - ligne 62 *	10
	-----	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
10 février 1998		Lamineur, P

DOMAINES TECHNIQUES  
RECHERCHES (Int.Cl.6)

B25J  
A01D

1

EPO FORM 1503 02.92 (P4/C13)

## CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

X : particulièrement pertinent à lui seul  
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie  
A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général  
O : divulgation non-écrite  
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention  
E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.  
D : cité dans la demande  
L : cité pour d'autres raisons  
& : membre de la même famille, document correspondant

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**